

培養液のNO₃/NH₄比と液温がトマトの生育,収量ならびに 尻腐れ果発生に及ぼす影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	池田, 英男 大沢, 孝也
巻/号	57巻1号
掲載ページ	p. 62-69
発行年月	1988年6月

培養液の NO_3/NH_4 比と液温がトマトの生育, 収量 ならびに尻腐れ果発生に及ぼす影響

池田英男*・大沢孝也

大阪府立大学農学部 591 堺市百舌鳥梅町

Effects of NO_3/NH_4 Ratios and Temperature of the Nutrient Solution on Growth, Yields, and Blossom-End Rot Incidence of Tomato

Hideo IKEDA and Takaya OSAWA

College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Sakai, Osaka 591

Summary

Tomato plants were grown in nutrient solution four times in two years on a practical scale in order to study the effects of NO_3/NH_4 ratios and temperature of the nutrient solution on growth, yields, and blossom-end rot (BER) incidence.

In spring season crops, growth was best at 25°C. Combined application of NO_3 and NH_4 produced better growth than did NO_3 alone except when plants were grown at low solution temperature and high NH_4 ratio. However, the incidence of BER increased with the combined application of NO_3 and NH_4 , and especially, the yields of normal fruits which had no BER were significantly decreased at high solution temperature and high NH_4 ratios because of increased incidence of BER. Without exception, leaf Ca concentration was lower when plants were supplied with NO_3 and NH_4 than with NO_3 alone; this seemed to be related to the incidence of BER.

In fall season crops, the yields of normal fruits were proportional to plant growth because of a low rate of BER incidence. Namely, in the low solution temperature the growth was better with a combination of NO_3 and NH_4 than with NO_3 alone, and the yields of normal fruits were higher when plants were supplied with 12 me/l of N as a mixture (10/2 or 8/4) rather than the same amount of NO_3 . However, in the high solution temperature, increased ratios of NH_4 to NO_3 resulted in reduction of plant growth and of the yields of normal fruits. Leaf Ca concentration was decreased with increasing ratios of NH_4 to NO_3 in the solution, but no relationship between leaf Ca concentration and plant growth or BER incidence was observed.

Thus, in practical hydroponic production of tomato, the nutrient solution should exclude NH_4 in the warm season when BER may easily occur. In the cool season with low light intensity, however, solutions containing NH_4 up to about one-third of total N may be recommended for promoting plant growth, keeping plant vigor, and increasing the yields of normal fruits.

緒 言

既に報告したように(11, 12), 数種葉菜について培養液の NO_3/NH_4 比と液温の影響を検討したところ, NO_3 単用に比べ, NO_3 と NH_4 の併用は生育を促進するだけ

でなく葉色を濃くしたり, NO_3 含量を低下させるなど, 商品性を高める効果も示した. またこのような両N併用の効果は液温が高めの場合により強く認められ, 低温では逆に NH_4 害が出やすいなど, N形態が示す効果は根圏温度によってもかなり影響されることが示された.

本報では, 既報と同様な実験を果菜であるトマトにつ

1987年1月29日 受理

* 現在 筑波大学農林学系

いて行ない、培養液の NO₃/NH₄ 比と液温が、生育、健全果収量ならびに尻腐れ果の発生に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

材料及び方法

実験は1983年と1984年の2年間にわたって行った。供試品種は TRV-2 号である。実験に用いた水耕装置は既報(11)と同様のもので、内側を発泡スチロールで断熱加工し、その上に厚手の黒色ポリフィルムを張った木製栽培槽(180×90×12 cm)と、同様な貯水槽(180×90×22.5 cm)を鉄製アングルを介して上下に組合せたものである。両年とも実験は1装置を1処理区とし、8株のトマトを植えて、ビニールハウス内で春～夏(春作)と夏～冬(秋作)の2回栽培した。トマトは1本仕立てとし、上部より垂らしたひもで誘引し、第3花房の上2葉を残して摘心した。いずれも開花時にトマトランを散布し着果を促すとともに、各花房の着果数を5果に制限した。

1983年：主として液温の影響について検討した。処理は、春作では2種類のN処理(me/l比で NO₃/NH₄ =12/0 と 9/3)と5段階の液温(15, 20, 25, 30, 35°C)とを組合せた10区を、秋作では35°Cを除いた8区を設けた。春作は4月16日に栽培槽に定植し、6月30日に栽培を終了した。秋作は9月30日に定植して実験を開始したが、12月に入って疫病が蔓延したために12月10日で栽培を打切った。

1984年：主として培養液中の NO₃ と NH₄ の比率の影響について検討した。処理は、春、秋作とも NO₃/NH₄ =12/10, 10/2, 8/4, 6/6 (me/l比)の4種のN区と、低温(18°C)、高温(28°C)及び液温を調節しない放任、の3段階の液温とを組合せた12区を設けた。春作は4月5日に定植し6月30日に栽培を終了した。秋作は9月9日に定植し12月24日に栽培を終了した。

液温処理は、いずれの場合も定植後2～3日してから開始した。また液温の急激な変化を避けるために液替えは行わず、培養液の減少分は適宜脱塩水で補うとともに、培養液を分析して、各成分を設定濃度となるように調整した。なお培養液中のN以外の無機要素濃度は既報(11)と同様である。培養液はpH5.5～6.5の範囲で管理した。栽培終了後、植物体は常法により乾燥し分析材料とした。植物体及び培養液の分析法は既報(11)と同様である。

結 果

1983年 春作：栽培終了時のトマトの外観はいずれも健全であったが、15, 35°Cでは、他の液温より茎がやや細くなった。主茎長についてはN処理、液温処理とも

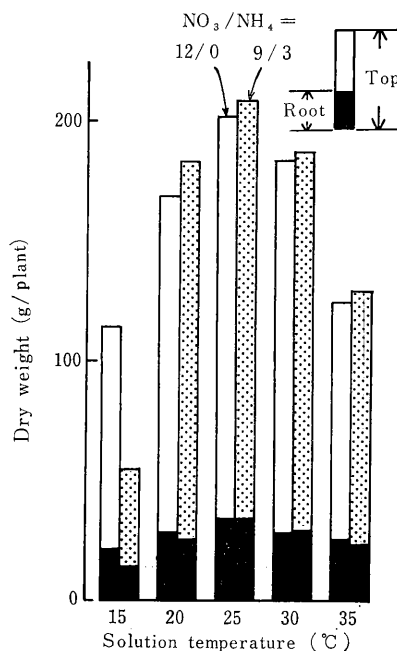


Fig. 1. Effects of NO₃/NH₄ ratios and temperature of the nutrient solution on growth of tomato plants (1983 Spring).

ほとんど影響を認めず、いずれも 80～90 cm であった。

第1図に示すように、地上部の生育は15°Cを除き9/3区のほうが12/0区よりもおおむね良好であったが、地下部の生育に関してはN処理の影響は明らかでなかった。また液温の影響についてみると、いずれのN区においても地上部、地下部とも25°Cが最も生育良好で、それより温度が上昇あるいは低下するにつれて生育不良となった。生育不良は特に9/3区の15°Cで著しく、最も生育の良かった25°Cの25%程度しかなかった。

第2図には、培養液のN形態と液温が、1株当たりの健全果収量と、尻腐れ果発生率に及ぼす影響について示した。健全果収量は、いずれの液温でも9/3区は12/0区より明らかに低かったが、特に25°C以上で両N区の差が大きくなった。またそれぞれのN区で液温の影響をみると、12/0区の場合20～30°Cでは1株当たり3kg以上の高い収量が得られたが、35°Cでは2.6kgと低下し、15°Cでは最も低い2.2kgしか得られなかった。一方9/3区においては、20°Cで最も高収量となったが2.4kgにすぎなかった。それ以外の液温では、いずれも健全果収量は低下し、30, 35°Cでは1.1kg程度しかなかった。

尻腐れ果の発生に関しては、12/0区では液温の影響はほとんど認められず、いずれも5～7.5%と低い発生率で

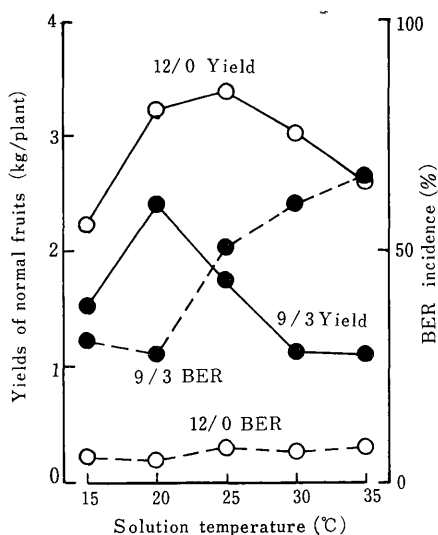


Fig. 2. Effects of NO_3/NH_4 ratios and temperature of the nutrient solution on yields of normal fruits and BER incidence of tomato (1983 Spring).

あった。これに対し、9/3区での尻腐れ果発生率は12/0区より明らかに高かった。また15、20°Cでは30%程度の発生率であったものが、25°C以上では液温が上昇するにつれて更になり、35°Cでは70%近い高い発生率となった。

次に葉中無機要素濃度についてみると(第1表)、全N濃度は9/3区のほうが12/0区よりも平均1割程度高かった。また12/0区では20°Cで最も高濃度であった。Pは全Nと同様に9/3区が12/0区を上回ったが、その程度は全Nの場合よりも著しく平均27%にも達した。液温別にみると、いずれのN処理でも25°Cが最も高濃度であり、それより低温でも高温でもP濃度は低下したが、特に低温側での低下が著しかった。K、Ca、Mg、はN、Pとは逆に多くの場合9/3区のほうが12/0区より低濃度となったが、両N区の差が最も顕著に認められたのはCaであり、9/3区は12/0区の平均6割程度の濃度でしかなかった。K濃度は両N区とも25°Cが最も高くそれ以外の温度では低下したが、12/0区では35°Cでの9/3区では30、35°Cでの低下が著しかった。Ca濃度は12/0区では20°Cが、9/3区では15°Cが最も高く、液温が上がるにつれて低下したが、特に25°C以上での低下が顕著であった。液温の変化にともなう葉中Mg濃度の変化はCaと同様な傾向を示したが、変化の程度はCaよりも総じて少なかった。

1983年秋作：主茎長は15°Cでは両N区が同程度であったものの、それより高温の場合には9/3区のほうが

Table 1. Concentration of total-N, P, K, Ca and Mg in leaves of tomato plants as influenced by NO_3/NH_4 ratios and temperature of the nutrient solution (% d. wt. 1983 Spring).

NO_3/NH_4 (me/l)	Solution temperature (°C)				
	15	20	25	30	35
	N				
12/0	3.08	3.22	3.17	3.09	2.85
9/3	3.49	3.46	3.66	3.42	3.38
	P				
12/0	0.52	0.69	0.72	0.67	0.63
9/3	0.68	0.88	0.91	0.88	0.76
	K				
12/0	3.23	3.37	3.52	3.38	2.28
9/3	3.23	3.63	3.76	2.96	2.05
	Ca				
12/0	5.23	5.39	5.13	4.82	4.48
9/3	3.96	3.63	2.73	2.77	2.24
	Mg				
12/0	0.58	0.67	0.57	0.53	0.51
9/3	0.61	0.56	0.51	0.51	0.38

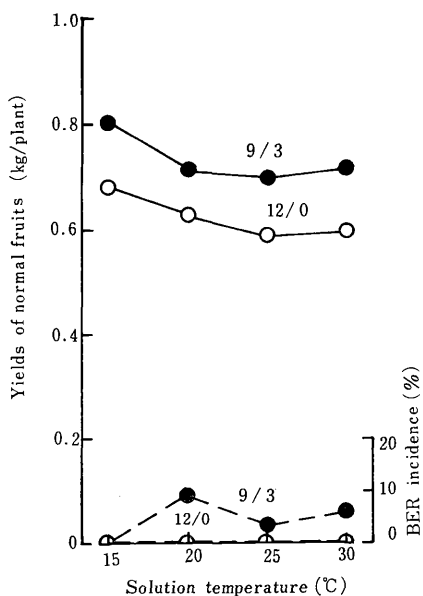


Fig. 3. Effects of NO_3/NH_4 ratios and temperature of the nutrient solution on yields of normal fruits and BER incidence of tomato (1983 Autumn).

高かった。また秋作では、いずれの処理区でも前述の春作より10~15cm程度高い主茎長となった。なお秋作では、第1花房の収穫がほぼ終了した時点で地上部に疫病が蔓延し実験を打切ったために、植物体重は測定しなかった。

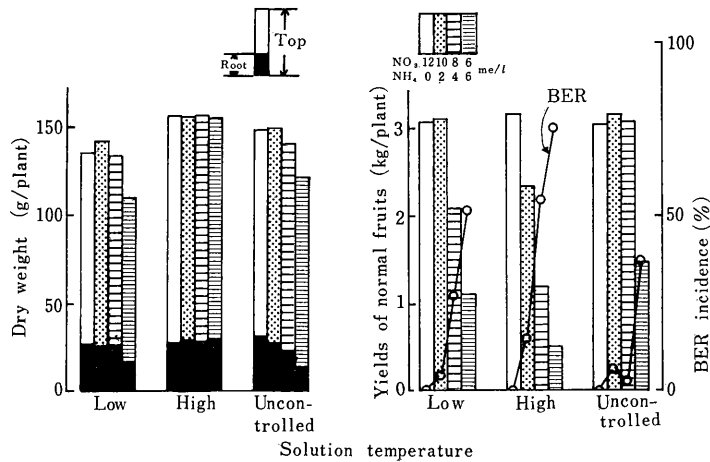


Fig. 4. Effects of NO₃/NH₄ ratios and temperature of the nutrient solution on growth, yields of normal fruits and BER incidence of tomato (1984 Spring).

第3図に示したのは、実験打ち切り時における1株当たりの健全果収量と尻腐れ果発生率である。春作の場合と異なり、収量は12/0区よりも9/3区のほうが多かった。また両N区とも収量は15°Cで最も高く、それより高温では幾分低下した。尻腐れ果の発生は、12/0区ではいずれの液温でも全く認められなかった。一方9/3区では、20°C以上で発生を認めたものの4~9%程度と低かった。

1984年 春作：放任区の液温は処理開始の4月初め頃は低温区(18°C)よりもかなり低く、6月末の実験終了時には高温区(28°C)とほぼ同じになった。栽培終了時の主茎長に関しては培養液のN形態や温度の影響はほとんど認められず、いずれも80~90cmであった。また、植物体は外観上いずれも健全であった。

乾物重から地上部生育を見ると(第4図左)、低温区では10/2が最もよく、12/0及び8/4は同程度で10/2よりやや劣り、6/6は最も劣って10/2の8割程度であった。地下部の生育は12/0~8/4では同程度であり、6/6でのみ低下した。高温区における生育は全般に低温区を上回った。N形態は地上部、地下部の生育にほとんど影響せず、いずれのN区もほぼ同程度の生育量であった。放任区における地上部生育は、10/2は12/0と同程度であったもののそれ以上にNH₄の比率が高くなると生育も次第に不良となり、6/6は12/0の8割程度の乾物重となった。地下部の生育はNH₄の比率が高まるにつれて低下し、6/6は12/0の半分以下の乾物重であった。

第4図右に示すように、健全果収量は低温区の12/0、10/2では1株当たり3kg以上と高かったが、培養液中のNH₄の比率が8/4以上に高まると明らかに低下し、6/6で

は1.1kg程度しか得られなかった。高温区ではNH₄による収量低下が低温区よりも強く認められ、6/6では1株で500g余りの低収量となった。一方放任区の収量は、8/4までは12/0と同程度で1株当たり3kg以上と高かったが、6/6では半減した。

低温及び高温の場合、尻腐れ果の発生は12/0ではほとんど認められなかったものの、培養液中のNH₄の比率が高まるにつれて著しく増加した。この傾向は特に高温区で顕著であり、6/6における尻腐れ果発生率は75%もの高率となった。放任区の場合10/2、8/4では5%前後と低かったが、6/6では40%近い高い発生率を示した。

1984年 秋作：放任区の液温は9月の実験開始時にはかなり高く、高温区と同様に日中はしばしば30°Cを超えることがあったが、その後次第に低下して実験終了時には10°C前後となった。低温区及び放任区では植物体に外観上の異常を認めなかったが、高温区の6/6では栽培末期に下葉が黄化し根は褐変した。主茎長は前年同様、春作に比べるとかなり高くなったが、処理による主茎長の差はほとんどなく、いずれも110~120cmであった。

第5図左に示すように、低温区の地上部生育は、両N併用の場合はいずれも、NO₃単用(12/0)をかなり上回った。一方、高温区では12/0で最も良く生育し、培養液中のNH₄の比率が高まるにつれて生育不良となって、6/6は12/0の6割程度の乾物重であった。放任区の場合には、8/4までは培養液中のNH₄の比率の高まりとともに生育は良くなり、8/4の地上部乾物重は12/0を20%程度上回った。しかし6/6では生育がやや低下し、12/0と同程度でしかなかった。地下部の生育については、培養

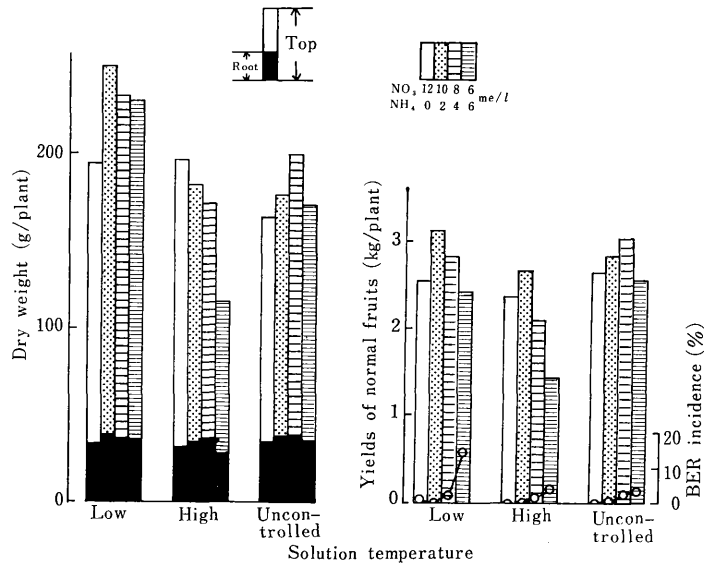


Fig. 5. Effects of NO_3/NH_4 ratios and temperature of the nutrient solution on growth, yields of normal fruits and BER incidence of tomato (1984 Autumn).

液のN形態や温度の違いによる影響が明らかではなかった。

各処理区における1株当たりの健全果収量と、尻腐れ果発生率を第5図右に示した。低温区の場合、12/0での健全果収量は1株当たり2.5kg強となり、春作より劣った。10/2は低温区中最も高収量で、春作と同程度の3.1kgが得られた。しかし8/4、6/6と培養液中の NH_4 の比率が高まるにつれて収量は低下し、6/6は12/0より幾分少なかった。同様な傾向は高温区でも認められたが、高温区の場合8/4、6/6の収量は10/2よりかなり低下し、6/6は10/2の半分程度となった。放任区では8/4までは NH_4 の比率が高まるにつれて健全果収量も増加し、8/4は12/0の15%増の3kg強となったが、6/6は12/0より劣った。

尻腐れ果の発生率は、いずれの液温でも春作に比べて大幅に減少した。低温区では、6/6でのみ14%の発生をみたが、それ以外ではほとんど発生を認めなかった。高温区及び放任区でも、培養液中の NH_4 の比率が高まるにつれて尻腐れ果の発生も増加する傾向をみせたが、最も発生率の高かった6/6でも4~5%程度と低かった。

葉中無機要素の分析結果を第2表に示した。全N及びP濃度は、培養液中の NH_4 の比率が高くなるにつれておおむね高くなる傾向を示したが、その程度はPのほうが著しく、低温区、高温区とも8/4は12/0より5割ほど高かった。栽培末期に下葉が黄化した高温区の6/6は、

Table 2. Concentration of total-N, P, K, Ca and Mg in leaves of tomato as influenced by NO_3/NH_4 ratios and temperature of the nutrient solution (% d. wt. 1984 Autumn).

NO_3/NH_4 (me/l)	Solution temperature					
	Low	High	Uncontrolled	Low	High	Uncontrolled
	N			P		
12/0	3.22	2.73	3.27	0.57	0.62	0.58
10/2	3.29	2.98	3.31	0.63	0.79	0.65
8/4	3.28	3.62	3.52	0.88	0.94	0.70
6/6	3.49	2.91	3.52	0.94	0.64	0.77
	K			Ca		
12/0	3.05	2.75	3.05	4.97	4.59	5.67
10/2	2.73	2.62	2.75	4.15	3.06	4.16
8/4	2.70	2.58	2.41	3.11	2.77	3.47
6/6	2.44	1.95	2.32	2.85	2.56	2.84
	Mg					
12/0	0.62	0.58	0.51			
10.2	0.58	0.52	0.48			
8/4	0.49	0.52	0.49			
6/6	0.45	0.45	0.45			

N, Pともに8/4より低濃度であった。一方葉中K, Ca, Mg濃度はいずれも、培養液中の NH_4 の比率が高くなるにつれてほとんど例外なく低下した。低温と高温を比較すると、P濃度は高温のほうが高く、N, K, Ca濃度は逆に低温のほうが高かった。

考 察

1983年春作における地上部の生育は、いずれのN処理においても液温25°Cが最も良く、それより低くても高くても生育は不良となった。Bugbee White(2)は根圏温度を15, 20, 25, 30°Cに設定して水耕した結果、トマトの生長率は初期の4週間は25~30°Cが最も高かったが、その後5, 6週目では20~25°Cが高く、15°Cは著しく不良であったとし、本実験とよく一致する結果を報告している。既報(12)のように、ミツバのNH₄害が低温で特に著しかったと考え併せると、本実験で15°Cの9/3区で生育が著しく不良であったのはNH₄過剰障害によるものと考えられる(15)。本実験におけるトマトのNO₃とNH₄の吸収を第6図に示す。NO₃の吸収量は12/0区、9/3区ともに15~30°Cでは高温ほど多くなる傾向を示したが、35°Cでは低下した。一方NH₄の吸収量は、全温度域で液温が上昇するにつれて増加した。このようにNO₃及びNH₄の吸収は根温に影響されるが、低温あるいは高温での吸収抑制はNO₃のほうが強かった。すなわち、20~30°CではNO₃吸収がNH₄を上回ったが、15°C及び35°Cでは逆にNH₄がより多く吸収された。低温域での吸収抑制がNH₄よりもNO₃で強く認められる例については、ClarksonとWarner(7)がイタリアン・ライグラスとベレニアル・ライグラスで、FrotaとTucker(8)がレタスで報告している。また橘(16)は、キュウリ及び台木に用いたクロダネカボチャのNO₃吸収が、20°C以下の低温では減少したのに対し、NH₄吸収はむしろ増加したことを報告している。低温で代謝活性が低下した根へNH₄が多量に取り込まれれば、NH₄過剰害は容易に発生するであろう。

12/0区の健全果収量は、植物体の生育が良かった20~30°Cで、は植物1個当たり3kgないしそれ以上と多かった。これに対し9/3区では、植物体の生育は20°C以上の液温においては12/0区を上回るほど良好であったにもかかわらず、健全果収量は12/0区を大幅に下回った。このような結果は、本実験では1果房の着果数を5果に制限したこと、並びに9/3区では特に25°C以上の高温で尻腐れ果の発生が多かったことに起因する。NH₄がCaの吸収を抑え、トマトの尻腐れ果を引起す原因となることは一般によく知られている。本実験では、12/0区に比べて9/3区では全般に葉中Ca濃度が低下したが、特に20°C以下に比べて25°C以上のCa濃度の低下が著しかったことが、尻腐れ果の発生率を高めた原因と考えられる。培地温が高くなるほど尻腐れ果の発生が多くなる点については、ChongとIto(6)や堀ら(10)も報告している。堀らは、尻腐れ果は気温25°C(昼) - 18°C(夜)以上、地

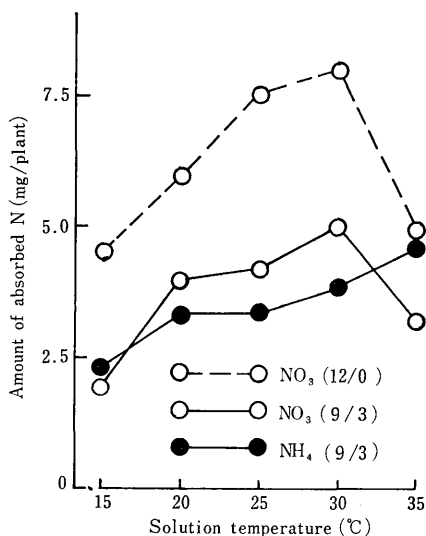


Fig. 6. Absorption of NO₃ and NH₄ in tomato plants as influenced by NO₃/NH₄ ratios and temperature of the nutrient solution (1983 Spring).

温 23°C 以上で発生の可能性があり、高気温、高地温の組合せで特に発生が多かったとしている。本実験において、5月以降の気温は25°C以上となることが多く、液温25°C以上の区は堀らの言う高気温-高地温の組合せとなって、9/3区の尻腐れ果を助長し健全果収量を低下させたものと考えられる。しかしこのような環境条件下でも、12/0区では5~7.5%とかなり低い尻腐れ果発生率であることから、NH₄を全く含まない培養液で栽培すれば、気温、液温がある程度高くても、尻腐れ果の発生はかなり抑えられる可能性があることが示された。また途中までの実験の結果であるが、秋作のように尻腐れ果の発生しにくい時期の栽培では、NO₃とNH₄を併用した場合に健全果収量がNO₃単用を上回る可能性は充分にあるものと考えられた。

1984年春作の場合、植物体の生育は低温区及び放任区の6/6では他の区より明らかに劣ったが、高温区ではN形態の影響がほとんど認められなかった。これは前年の結果とよく一致する。放任区の液温は処理開始の4月初め頃は低温区(18°C)よりもかなり低く、若令トマトにNH₄害をもたらした。液温はその後次第に上昇し、6月末の実験終了時には高温区(28°C)とほぼ同程度の温度になったが、幼苗時の生育遅延が最後まで影響したものと考えられる。

健全果収量に対するN形態の影響は、生育に対する影響がほとんど認められなかった高温区で最も強く認めら

れ、培養液中の NH_4 の比率が高くなるにつれて収量は著しく低下した。これは、 NH_4 の比率が高くなるにつれて尻腐れ果の発生率が高くなったことによるものである。同様に低温区では8/4以上で、放任区でも6/6では尻腐れ果が多発し、健全果収量は低下した。前年と同様、本実験でも NO_3 のみをN源とした場合には液温と関係なく尻腐れ果の発生率は低く、収量は1株当たり3kg以上と高かった。

秋作の場合、高温区の生育は NH_4 の比率が高くなるにつれて低下した。特に6/6では処理末期には下葉が黄化し、根は褐変した。既報(11)のようにレタスでも、夏作の高温下では NH_4 の比率が高い場合に生育低下が認められた。夏の高温下で液温が高い状態は、根の呼吸量が多く植物体の消耗が大きいのに溶存酸素濃度が低いなど、植物の生育環境としては不適当なものである。そのような生育不適な条件下では、多量の NH_4 が取込まれても十分に同化できず生育障害が生ずるものと考えられる。

秋作における健全果収量は、植物体の生育とほぼ同様な傾向を示した。すなわち、低温区では植物体の生育は NO_3 単用よりも両N併用のほうが明らかに良く、特に10/2で優れたが、果実収量も12/0より10/2、8/4のほうが多く、10/2は特に多かった。高温区での植物生育は12/0 > 10/2 > 8/4 > 6/6 と、培養液中の NH_4 の比率が高まるにつれて不良となった。また果実収量は、10/2 > 12/0 > 8/4 > 6/6 と10/2は12/0より優れたものの、8/4、6/6は12/0より低収量であった。一方放任区でも、植物体の生育と健全果収量は全く同じ傾向を示し、8/4までは NH_4 の比率が高まるにつれて生育量、果実収量ともに増加し、6/6はやや低下した。以上の結果は、秋作では尻腐れ果の発生が非常に少ないことが大きな理由となっている。秋作での葉中Ca濃度は、 NO_3 単用に比べ両N併用は明らかに低下したが、葉中Ca濃度と生育あるいは尻腐れ果との関連性は明らかではなかった。1983年には途中までの実験結果から、秋作においては両N併用が NO_3 単用よりも健全果収量が多くなる可能性があることを推察したが、1984年の実験ではこれを確認できた。秋作の後半は気温や地温が低下するだけでなく、光強度も低下する。 NO_3 の吸収や還元は光依存性が強い(1, 3, 4, 5, 9, 19)し、地上部へ転流した NO_3 の還元は光合成と光化学エネルギーに対して競合することにもなる。したがって秋～冬にかけて照度が低くなる時期には、そ葉の生育には NO_3 単用よりも過剰害を起こさない程度の NH_4 を併用するほうが優れることになる(13, 14, 17, 18)、しかも秋作は尻腐れ果が発生しにくい時期となるので、 NH_4 併

用で草勢の維持をはかることは、果実の収量を増加させることにつながるといえよう。

摘 要

培養液の NO_3/NH_4 比と温度がトマト‘TVR-2号’の生育、収量ならびに尻腐れ果発生に及ぼす影響について検討するために、実用規模に準ずる大型水耕装置を用いて実験した。実験は2年間にわたり、それぞれ春～夏(春作)と夏～冬(秋作)の2回ずつ行った。1年目は2種類のN処理(me/l比で $\text{NO}_3/\text{NH}_4=12/0$ と $9/3$)と5段階の液温(15, 20, 25, 30, 35°C)を組合せた10区を設けた。また2年目は $\text{NO}_3/\text{NH}_4=12/0, 10/2, 8/4, 6/6$ (me/l比)の4種のN処理と、低温区(18°C)、高温区(28°C)及び液温を調節しない放任区の3種の液温を組合せた12区を設けた。

1. 1年目の春作における植物体生育は、20°C以上では9/3区が12/0区を明らかに上回った。またいずれのN処理とも25°Cが最も生育良好であり、それ以下でも以上でも生育は不良となったが、特に9/3区の15°Cでの生育不良は著しかった。12/0区では液温が高くなっても尻腐れ果の発生率は5～7.5%と低く、健全果収量は高かった。一方9/3区の健全果収量は12/0区より例外なく低く、特に25°C以上での両区の差が目立った。9/3区の尻腐れ果発生率は20°Cまでは30%程度で、25°C以上では液温が高くなるにつれて発生率も高くなった。これと関連して9/3区の葉中Ca濃度は12/0より明らかに低かったが、特に25°C以上での低下が目立った。秋作は初期収量のみ結果であるが、いずれの液温でも収量は9/3区が12/0区を明らかに上回った。

2. 2年目の春作における植物体生育は、高温区ではN形態の影響がほとんど認められず、低温区及び放任区では6/6でのみ生育低下が認められた。これに対し、尻腐れ果の発生率は低温区、高温区とも12/0では低く、 NH_4 の比率が高まるにつれて著しく高くなり、健全果収量は逆に低下した。また放任区では6/6でのみ尻腐れ果の発生が多く、収量低下が認められた。秋作での植物体の生育は、低温区の場合12/0が最も劣り、両N併用はそれよりかなり良かった。しかし高温区では NH_4 の比率が高まるにつれて生育不良となり、特に6/6で著しかった。また放任区では8/4までは NH_4 の比率が高まるにつれて生育量も増加した。秋作における尻腐れ果発生率は春作に比べると大幅に低下し、低温区の6/6でのみ10%以上となったものの、他の区ではほとんど発生が見られなかった。そのために健全果収量は植物体の生育と同様な傾向を示し、両N併用が NO_3 単用を上回る場合が多かった。秋作における葉中Ca濃度は、培養液中の

NH_4 の比率が高くなるにつれて明らかに低下したが、生育あるいは尻腐れ果発生との関連性は明らかではなかった。

3. 以上の結果より、春作後半の気温・液温が高くなる時期のトマト栽培では、 NO_3 と NH_4 の併用は NO_3 単用よりも植物体の生育を多少促進するとしても尻腐れ果の発生を増加させるので、この時期にはむしろ NH_4 を全く含まない培養液で栽培するほうが尻腐れ果の発生を少なくできて良いこと、および秋から春にかけて尻腐れ果の発生しにくい時期の栽培では、液温は余り高くせずに、 NH_4 をある程度積極的に施用することによって、植物体の生育を良くし、あるいは樹勢を維持して健全果収量を高めることができること、などが考えられる。

謝 辞 本実験を行なうに当たり助力を与えられた井上英美、加川式一、吉岡功次の諸氏に深謝いたします。

引用文献

- BEEVERS, L., L. E. SCHRADER, D. FLESHER, and R. H. HAGEMAN. 1965. The role of light and nitrate in the induction of nitrate reductase in radish cotyledons and maize seedlings. *Plant Physiol.* 40 : 691—698.
- BUGBEE, B. and J. W. WHITE. 1984. Tomato growth as affected by root-zone temperature and the addition of gibberellic acid and kine-tin to nutrient solutions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109 : 121—125.
- CANTLIFFE, D. J. 1972. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97 : 152—154.
- CANVIN, D. T. and C. A. ATKINS. 1974. Nitrate, nitrite and ammonia assimilation by leaves: Effect of light, carbon dioxide and oxygen. *Planta* 116 : 207—224.
- CHEN, T. M. and S. K. RIES. 1969. Effect of light and temperature on nitrate uptake and nitrate reductase activity in rye and oat seedlings. *Can. J. Bot.* 47 : 341—343.
- CHONG, P. C. and T. ITO. 1982. Growth, fruit yield and nutrient absorption of tomato plant as influenced by solution temperature in nutrient film technique. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 51 : 44—50.
- CLARKSON, D. T. and A. J. WARNER. 1979. Relationships between root temperature and the transport of ammonium and nitrate ions by italian and perennial rye-grass (*Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*). *Plant Physiol.* 64 : 557—561.
- FROTA, J. N. E. and T. C. TUCKER. 1972. Temperature influence on ammonium and nitrate absorption by lettuce. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 36 : 97—100.
- HAGEMAN, R. H. and D. FLESHER. 1960. Nitrate reductase activity in corn seedlings as affected by light and nitrate content of nutrient media. *Plant Physiol.* 35 : 700—708.
- 堀 裕・新井和夫・細谷 毅・小山田光男. 1968. 培地温と気温の組合せがそ菜の生育ならびに養分吸収に及ぼす影響. I. キュウリ, トマト, カブ, インゲンに関する実験. *園試報.* A7 : 187—214.
- IKEDA, H. and T. OSAWA. 1981. Nitrate- and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 50 : 225—230.
- 池田英男・吉田好範・大沢孝也. 1985. 培養液中の NO_3 と NH_4 の比率及び液温がミツバ, シュンギク並びにネギの生育に及ぼす影響. *園学雑.* 54 : 58—65.
- 位田藤久太郎・永井輝行. 1981. 光不足条件下における施設作物の栄養生理と肥培に関する研究. *福井県短大紀要.* 6 : 1—19.
- MAGALHAES, J. R. and G. E. WILCOX. 1983. Tomato growth and mineral composition as influenced by nitrogen form and light intensity. *J. Plant Nutr.* 6 : 847—862.
- MORAGHAN, J. T. and O. A. PORTER. 1975. Maize growth as affected by root temperature and form of nitrogen. *Plant Soil.* 43 : 479—487.
- 橘 昌司. 1983. 養液栽培における培地温度と作物の生育. *農及園.* 58 : 1515—1522.
- 安井秀夫・本田藤雄. 1977. 野菜の生育制御に関する生態学的研究. I. 野菜の生長解析. *野菜試報.* C 3 : 17—50.
- 安井秀夫・本田藤雄. 1982. 野菜の生育制御に関する生態学的研究. II. トマト・キュウリの生長に対する光と窒素形態の影響. *野菜試報.* C 6 : 1—19.
- 米山忠克・熊沢喜久雄. 1972. 水稻幼植物に吸収された $^{15}\text{NO}_3\text{-N}$, $^{15}\text{NH}_4\text{N}$ の体内分布における相違について. *土肥誌.* 43 : 329—332.